ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AOUT 1941.

PRÉSIDENCE DE M. Hyacinthe VINCENT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès survenu à Toulouse, de M. **Paul Sabatier**, Membre non résidant.

LITHOLOGIE. — *Péridotite et sagvandite du Sud de Madagascar.* Note de M. **Alfred Lacroix**.

Une collection de roches recueillies systématiquement par M. Seyrig dans les travaux souterrains de la mine de phlogopite d'Ampandrandava ouvre une question intéressante, mais difficile à résoudre dans les circonstances actuelles. Elle montre qu'une *péridotite* y existe à côté de la pyroxénite renfermant le gîte de mica ([1]); jusqu'alors cette roche inattendue n'avait pas été distinguée de cette dernière en raison d'une ressemblance morphologique que seule a pu dépister l'étude microscopique dans le laboratoire.

Un banc de péridotite d'un vert olive, n'ayant que quelques décimètres de puissance, suit le banc principal de pyroxénite exploité; par places, il se renfle en petites poches remplies de calcite, ailleurs il est étranglé et réduit à une fente étroite pleine de biotite parfois associée à de la calcite.

Cette roche est essentiellement formée par des grains d'olivine et par

---

([1]) A. Lacroix, *Comptes rendus*, 210, 1940, pp. 273, 353 et 212, 1941, p. 941.

des cristaux du même minéral aplatis suivant g^1, là où ils sont accompagnés de calcite; des lames de biotite sont distribuées irrégulièrement, d'autres sont accolées d'une façon continue sur les parois de toutes les fissures de cette péridotite. Au voisinage des poches de calcite, comme pour le diopside dans les pyroxénites, le grain de la calcite et de l'olivine augmente et les cristaux de cette dernière développés dans la poche, prennent parfois des dimensions exceptionnelles (jusqu'à 20^{cm} pour l'olivine). Ces cristaux présentent aussi des particularités spéciales; les formes observées sont h^1, g^1, e^1, $e^{1/2}$, $e^{1/3}$, a^1, $b^{1/2}$, mais les prismes m et g^3, d'ordinaire constants dans ce minéral, sont absents.

Ce péridot est accompagné de cristaux de mica, dont les dimensions ne dépassent pas un décimètre, et plus rarement de cristaux de diopside vert.

De même que la pyroxénite, cette péridotite est traversée par une *dissogénite*, à facies pegmatitique, digne d'être signalée; son microcline, d'une grande fraîcheur, a des reflets bleuâtres, rappelant ceux de l'anorthose de la larvikite de Norvège. Au contact des deux roches, se trouve une étroite zone d'andésine, puis de mica englobant des baguettes de bronzite; au delà, la péridotite est hétérogène; certains points sont riches en paillettes de biotite, d'autres en traînées de bronzite jaune, parfois associée à du diopside et de la magnétite, le tout pouvant être enveloppé par une amphibole.

Enfin, il faut signaler l'existence de veinules rectilignes d'*anorthite* d'une épaisseur de 1 à 2^{cm}; dont la couleur blanche bleutée et éclatante, tranche sur le fond vert sombre de la péridotite. Ces veinules sont entourées par une gaine symétrique formée de mica, d'amphibole de couleur foncée et enfin de diopside vert clair, au delà duquel la péridotite renferme des lames d'une hornblende verdâtre et des lamelles de mica qui constituent, par places, de véritables nids entourés par du pyroxène.

Je n'insiste pas sur les détails minéralogiques de ces roches et de leur contact, car ils sont développés dans un Mémoire qui s'imprime à Tananarive sous les auspices du Service géologique de Madagascar; je me contenterai de donner les trois analyses suivantes, dues à M. Raoult.

1. Olivine (densité 3,376).
2. Péridotite V.1(2).5.1.1'.
3. Péridotite au contact de la dissogénite (IV)V.1.'3.1(2).1'.

	1.	2.	3.
SiO^2	40,36	38,68	47,34
Al^2O^3	0,12	2,21	3,26
Fe^2O^3	0,85	5,15	2,61
FeO	10,71	6,53	5,20
MnO	0,49	0,16	0,11
MgO	47,11	42,57	31,28
CaO	0,10	0,98	7,56
Na^2O	–	0,07	0,02
K^2O	–	0,67	0,57
TiO^2	–	traces	traces
H^2O+	0,23	3,04	2,22
H^2O-	0,07	0,13	0,21
NiO	0,02	n.d.	n.d.
	100,06	100,19	100,38

Comment expliquer la présence d'un ou de plusieurs bancs de cette péridotite au voisinage de la pyroxénite? La première a-t-elle la même origine métamorphique que la seconde ou bien est-elle d'origine intrusive et, dans ce cas, ce que j'ai qualifié de banc ne devrait-il pas être considéré comme dyke? Cette dernière hypothèse paraît suspecte pour des raisons minéralogiques; la péridotite ressemble à une *dunite*, mais toutes les dunites connues renferment au moins une petite quantité d'un spinellide, or celui-ci n'existe pas dans notre roche; d'autre part, on ne peut l'identifier aux *péridotites* à *biotite* car, dans celles-ci, la biotite est un minéral essentiel, d'*origine magmatique*, à distribution régulière et copieuse; un spinelle très ferrifère abonde. Par suite, la roche est riche en alumine, en fer, en potasse, toutes propriétés qui diffèrent de celles de la péridotite discutée.

Peut-être ces diverses raisons paraîtront-elles quelque peu fragiles, mais un fait reste certain; c'est que dans la péridotite d'Ampandrandava le mica n'est pas primaire; l'extrême irrégularité de sa teneur et de sa distribution est frappante et s'explique par une *origine pneumatolytique*, en rapport avec la venue de la dissogénite dont les émanations ont apporté à la péridotite de la silice, grâce à laquelle l'olivine a été partiellement remplacée par la bronzite; elle y a apporté encore de la chaux, expliquant la présence du diopside et de l'amphibole, puis un peu d'alumine et de la potasse, contenues dans le mica. La comparaison des analyses 2 et 3 est démonstrative à cet égard.

Pour résoudre toutes les questions soulevées, il sera nécessaire d'étudier avec soin, sur place, les relations des diverses roches qui font l'objet de

cette Note. Ce gisement a l'inconvénient de n'être pas au jour, car il se trouve en profondeur à 80^m de la surface, aux prises d'une tectonique très bouleversée, mais il a l'avantage précieux de fournir des matériaux d'une rare fraîcheur.

Cette conclusion m'a ramené à une autre roche magnésienne pour quoi se pose un problème analogue; elle a été recueillie par M. Bessairie ([2]) à l'Ouest du cours moyen de l'Ilempo, près de Benato, localité du Sud de Madagascar où ont été exploités des gîtes de mica du même type que celui d'Ampandrandava, dans les paragneiss; c'est au milieu de ceux-ci qu'a été rencontrée la roche en question, malheureusement les conditions de son gisement n'ont pas été précisées.

J'ai identifié cette roche avec la *sagvandite*, connue jusqu'alors seulement en un point du Nord de la Norvège dans la région de Tromsoë près du lac de Sagvand (Belsfjord), où elle forme deux petits dômes de 50 à 100^m de diamètre dans des schistes chloriteux et des micaschistes.

Cette roche à gros grain, de couleur grise ou jaunâtre, est faite de *bronzite* et de *giobertite* (magnésite) ferrifère, avec quelques lamelles de talc et de petits grains de chromite ou de picotite. La composition minéralogique de la roche norvégienne et de la malgache est identique, au point de vue qnalitatif, mais il existe des différences *quantitatives*, ainsi qu'on le voit dans les analyses ci-dessous :

1. Sagvandite Belsfjord (Barth).
2. » » (Raoult).
3. » Benato (–).

	1.	2.	3.
SiO^2	49,9	37,36	30,36
Al^2O^3	1,8	0,13	traces
Fe^2O^3	–	1,18	1,12
FeO	8,2	6,72	5,55
MnO	–	0,10	0,12
MgO	35,1	36,78	39,73
CaO	–	0,36	0,28
Na^2O	–	0,36	0,07
K^2O	–	0,13	0,22
H^2O^+	–	1,77	2,06
H^2O^-	–	0,21	0,40
Cr^2O^3	–	0,32	0,08
CO^2	5,1	14,98	23,03
	100,1	100,40	100,02

([2]) *Recherches minéralogiques à Madagascar* (*Thèse*), 1930, p. 173.

Chacun des deux points de vue exposés plus haut a été défendu, l'un par Rosenbusch ([3]), qui a rangé la savgandite parmi les schistes cristallins et l'autre par M. Tom Barth ([4]), qui l'a considérée comme étant une roche éruptive, aussi est-il à désirer que le gisement de Madagascar soit retrouvé, puis examiné à nouveau.

En faisant hommage à l'Académie, au nom de M. F. Blondel, de deux Volumes intitulés *Bibliographie géologique et minière de la France d'outre-mer*, M. **Alfred Lacroix**, qui en a écrit la *Préface*, s'exprime en ces termes :

« En novembre 1937, j'ai présenté à l'Académie un Volume de M. F. Blondel donnant la liste de tous les Volumes, Mémoires et Notes publiés sur la minéralogie, la géologie, les mines et la géographie physique des Colonies françaises. Cet Ouvrage, fait à la hâte à l'occasion d'un Congrès qui a eu lieu au cours de l'Exposition coloniale, n'était que le résultat d'une première prospection tiré à une centaine d'exemplaires seulement, destiné aux savants disposés à nous aider pour le perfectionner.

« C'est aujourd'hui l'Ouvrage définitif qui est offert à l'Académie. Il représente un effort considérable fait en France dans des circonstances difficiles, en outre un grand nombre de géologues français et étrangers ont aidé l'auteur, en lui signalant des travaux souvent publiés au loin ou en complétant des données bibliographiques déjà réunies, mais difficiles à atteindre.

« Le premier Volume comprenait environ 9000 cotes; ces deux Volumes définitifs en contiennent 16000, développés sur 1037 pages. Ainsi est démontré à quel point le sol de la France d'outre-mer a été l'objet de recherches savantes intéressantes et fructueuses. »

CHRONOMÉTRIE. — *Couteaux réalisant rigoureusement l'isochronisme d'un pendule.* Note ([1]) de M. **Jules Haag**.

1. J'ai étudié ([2]) l'influence du couteau sur l'isochronisme et j'ai montré comment on peut, en choisissant convenablement sa forme,

([3]) *Neues Jahrb. f. Min.*, 1884, I, p. 195.
([4]) *Norsk geologisk tidesskrift*, 9, 1926, p. 271.

([1]) Séance du 11 août 1941.
([2]) *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 743.

améliorer considérablement cet isochronisme. Je vais indiquer maintenant le moyen d'obtenir des *couteaux donnant l'isochronisme parfait*. J'utiliserai à cet effet la méthode employée par M. Chazy pour généraliser le pendule cycloïdal ([3]).

Supposons le support plan et soit C la section du couteau par le plan d'oscillation contenant le centre de gravité G du pendule. Soient Oy la normale abaissée de G sur C, orientée vers le haut; Ox la tangente en O; x, y les coordonnées du point de contact M pour l'élongation θ; a la distance GO et R le rayon de giration autour de G. L'équation différentielle du mouvement est

$$[R^2+x^2+(y+a)^2]\theta'^2=2g(y\cos\theta-x\sin\theta+a\cos\theta)+h. \tag{1}$$

Posons

$$x\sin\theta-y\cos\theta-a\cos\theta+a=\frac{u^2}{2g}, \tag{2}$$

$$R^2+x^2+(y+a)^2=f^2u'^2, \tag{3}$$

où f désigne, selon la méthode de M. Chazy, la somme d'une constante λ et d'une fonction impaire de u et où u' représente $du/d\theta$. Dans ces conditions la période est $2\pi\lambda$, *quelle que soit l'amplitude*.

Comme θ est l'angle polaire de la tangente à C, l'équation (2) peut être considérée comme l'équation de cette tangente. On en déduit, en prenant l'enveloppe,

$$x=\left(\frac{u^2}{2g}-a\right)\sin\theta+\frac{uu'}{g}\cos\theta,\qquad y+a=\left(a-\frac{u^2}{2g}\right)\cos\theta+\frac{uu'}{g}\sin\theta. \tag{4}$$

Portant dans (3), on obtient l'équation différentielle

$$u'^2=\frac{(u^2-2ga)^2+4g^2R^2}{4(g^2f^2-u^2)}; \tag{5}$$

d'où l'on tire

$$\theta=2\int_0^u\frac{\sqrt{g^2f^2-u^2}}{\sqrt{H}}du,\qquad H=(u^2-2ga)^2+4g^2R^2. \tag{6}$$

Cette quadrature effectuée, les formules (4) nous donnent les *équations paramétriques de la courbe* C. Le rayon vecteur $r=GM$ est donné par une formule simple, déduite de (3) et (5). Le rayon de courbure de C, compté

([3]) *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 93.

positivement sur la direction d'angle polaire $\theta + \pi/2$, est

$$\rho = \frac{u^2}{2g} - a + \frac{uu'' + u'^2}{g},$$

ou, en tenant compte de (5),

$$(7) \qquad \rho = gf \frac{-uf'\mathrm{H} + f[-u^4 + 2f^2g^2(u^2 - 2ga) + 4g^2(a^2 + \mathrm{R}^2)]}{4(g^2f^2 - u^2)^2}.$$

Si l'on prend pour axes fixes OXY la position d'équilibre des axes oxy, les équations paramétriques de la *trajectoire de* G sont enfin, en appelant s l'arc OM,

$$\mathrm{X} = s - (y + a)\sin\theta - x\cos\theta = s - \frac{uu'}{g}, \quad \mathrm{Y} = -(y + a)\cos\theta + x\sin\theta = \frac{u^2}{2g} - a.$$

Or

$$s = \int_0^\theta \rho\, d\theta = \frac{uu'}{g} + \int_0^\theta \frac{u^2 - 2ag}{2g} d\theta.$$

Donc

$$(8) \qquad \mathrm{X} = \frac{1}{g}\int_0^u (u^2 - 2ag)\frac{\sqrt{g^2f^2 - u^2}}{\sqrt{\mathrm{H}}} du, \qquad \mathrm{Y} = \frac{u^2 - 2ag}{2g}.$$

2. Considérons le cas particulier du *couteau symétrique*, obtenu en réduisant f à une constante $f = \sqrt{l/g}$, l représentant par conséquent la longueur du pendule synchrone. La formule (7) se réduit à

$$(9) \qquad \rho = l\frac{-u^4 + 2lgu^2 + 4g^2(a^2 + \mathrm{R}^2 - al)}{4(lg - u^2)^2}.$$

Pour que le couteau soit *matériellement réalisable*, il faut que $\rho > 0$. Ceci devant avoir lieu en particulier pour $u = 0$, on a nécessairement $l < (a^2 + \mathrm{R}^2)/a$, ce qui est bien d'accord avec l'étude des oscillations infiniment petites, qui montre que la durée d'oscillation est diminuée par la courbure du couteau.

Si $\mathrm{R} \neq 0$, les intégrales des formules (6) et (8) sont hyperelliptiques. En posant $u = \sqrt{lg}\sin\varphi$, on obtient

$$(10) \qquad \theta = 2\int_0^\varphi \frac{\cos^2\varphi}{\sqrt{\left(\sin^2\varphi - \frac{2a}{l}\right)^2 + \frac{4\mathrm{R}^2}{l^2}}} d\varphi.$$

Pratiquement, le second terme du radical est très petit par rapport au premier. On peut donc développer par la série du binome et effectuer l'intégration.

3. Considérons enfin le cas $R = 0$, qui correspond à un pendule réduit au point G. Il est évident qu'on doit retomber sur le *pendule cycloïdal*. Effectivement, les formules (8) deviennent

$$X = -\frac{l}{4}(2\varphi + \sin 2\varphi), \qquad Y = \frac{l}{4}(1 - \cos 2\varphi) - a.$$

La quadrature (10) est élémentaire. En posant $2a/l = \mathrm{ch}^2\alpha$, on trouve que la courbe C est définie paramétriquement, en coordonnées polaires, par les formules

$$r = l\frac{\cos^2\varphi + \mathrm{sh}^2\alpha}{2\cos\varphi}, \qquad \omega = \varphi - 2\,\mathrm{tgh}\,\alpha\,\mathrm{arctang}(\mathrm{tgh}\,\alpha\,\mathrm{tang}\,\varphi).$$

Quand cette courbe roule sur la droite $Y = a$, le pôle G décrit une cycloïde.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Robert Bourgeois**, conformément à l'article 10 du décret du 15 avril 1941, est élu membre du *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Georges Deflandre. *La vie créatrice des Roches. Le rôle bâtisseur des Êtres microscopiques et la genèse des Houilles et des Pétroles* (présenté par M. Maurice Caullery).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode générale de préparation de nitriles* $R-CN$ *par rétrogradation des acides de formule* $R-CH^2-CO^2H$. Note [1] de MM. **Georges Darzens** et **Charles Mentzer**, présentée par M. Charles Mauguin.

On sait que certaines cétones aromatiques nitrosées se scindent, par simple chauffage, en acides et nitriles. C'est ainsi que l'isonitrosoacétophé-

[1] Séance du 21 juillet 1941.

none se décompose en acides benzoïque et cyanhydrique ([2]) et que l'isonitrosophénylbenzylcétone donne de même du benzonitrile ([3]).

Nous nous sommes demandé si cette réaction ne pouvait pas se généraliser et constituer, par suite, une méthode générale de préparation de nitriles en prenant, comme point de départ, des acides de formule (I) qui seraient d'abord transformés en chlorures (II), puis condensés avec du benzène pour donner des cétones de formule (III). Ces dernières, isonitrosées, donneraient des isonitrosocétones (IV) se décomposant ensuite en acide benzoïque et nitriles (V)

$$\underset{(I)}{\begin{matrix} R-CH^2 \\ | \\ CO\,OH \end{matrix}} \rightarrow \underset{(II)}{\begin{matrix} R-CH^2 \\ | \\ CO\,Cl \end{matrix}} \rightarrow \underset{(III)}{\begin{matrix} R-CH^2 \\ | \\ CO-C^6H^5 \end{matrix}} \rightarrow \underset{(IV)}{\begin{matrix} R-C=N-OH \\ | \\ CO-C^6H^5 \end{matrix}} \rightarrow \underset{(V)}{\begin{matrix} R-C\equiv N \\ + \\ C^6H^5CO^2H \end{matrix}}$$

L'expérience a entièrement confirmé cette supposition et, étant donné les rendements presque théoriques de ces différentes réactions, il en résulte une excellente méthode de préparation des nitriles R—CN par rétrogradation des acides $R-CH^2-CO^2H$.

Donnons, à titre d'exemple, la préparation du nitrile undécylique $C^{10}H^{21}-CN$ à l'aide de l'acide laurique $C^{11}H^{23}-CO^2H$.

Préparer d'abord du chlorure de lauryle en traitant 200g d'acide laurique (1mol) par 210g de PCl^5 suivant la technique habituelle. Après avoir chassé au vide le $POCl^3$ formé, dissoudre de suite le chlorure brut obtenu dans 600g de benzène sec et ajouter peu à peu à ce mélange bien refroidi (glace + sel) 135g de $AlCl^3$ en poudre fine; maintenir le tout à 0° pendant 3 heures avec fréquente agitation jusqu'à dissolution complète de $AlCl^3$, puis 12 heures à la température ordinaire. Faire le vide pour achever le départ de HCl, verser sur glace, décanter et laver à l'eau puis à la soude la solution benzénique, enfin chasser le benzène.

On obtient ainsi la laurophénone (F 46°), avec un rendement sensiblement théorique ([4]).

Dissoudre 26g de laurophénone (1/10e mol) dans 100g d'éther sec; refroidir à 0° et faire arriver environ 3g de HCl gazeux sec. Ajouter ensuite peu à peu 12g de nitrite

---

([2]) *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, **20**, 1887, p. 2195.

([3]) A. Werner et A. Piguet, *Beritchte der Deutschen Chem. Gesell.*, **37**, 1904, p. 1295.

([4]) La laurophénone a déjà été préparée par Kipping et Russel (*J. Chem. Soc.*, **67**, 1895, p. 508), puis Haller et Bauer (*Comptes rendus*, **149**, 1909, p. 9), mais avec un rendement très inférieur. Comme dans toutes ces condensations de chlorures d'acide il est très important d'opérer à basse température et d'assurer par le vide le départ de HCl.

d'isoamyle (théorie $11^g,7$) et maintenir 12 heures à 0°. La solution, d'abord fortement colorée en rouge, se décolore presque complètement. Verser sur glace, laver la solution éthérée d'abord à l'eau puis avec une solution de Na^2CO^3, sécher sur Na^2SO^4, enfin distiller l'éther et chasser au vide l'alcool amylique formé. On obtient ainsi 28^g de dérivé (théorie $28^g,9$) sous forme d'une huile jaune.

Pour obtenir le nitrile maintenir cette huile 3 heures au bain d'huile à 200-210°, reprendre par l'éther, puis laver cette solution au carbonate de soude dilué pour éliminer l'acide benzoïque. Chasser l'éther et distiller au vide. Rendement 12^g de nitrile, soit 75 % de la théorie, E_{22} 142-144°, E_{760} 255°. Par saponification il donne l'acide undécylique, E_{12} 170°, F 28°.

Nous avons ainsi fait réagir les acides aliphatiques depuis l'acide valérianique jusqu'à l'acide laurique et constaté que cette méthode donne les nitriles avec un rendement d'autant plus élevé que l'acide générateur a un poids moléculaire plus grand; elle a donc surtout de l'intérêt pour la préparation des nitriles de poids moléculaire élevé, d'ailleurs plus difficilement accessibles par les méthodes classiques.

Au cours de ce travail nous avons été amenés à constater un fait nouveau remarquable qui mérite d'être signalé : les isonitrosophénones de formule générale $C^6H^5-CO-\underset{\underset{\displaystyle N-OH}{\|}}{C}-C^nH^{2n+1}$ sont solubles dans les alcalis jusqu'au terme en C_6 inclus ([5]) comme l'admettent les auteurs; par contre les termes supérieurs ne le sont plus et il est probable qu'on doit, par suite, leur assigner une autre formule de constitution; nous nous proposons de revenir sur cette question.

Parmi les corps obtenus signalons l'œnanthophénone, qui n'avait pas encore été préparée. Liquide incristallisable (E_{26} 161°) dont le dérivé isonitrosé soluble dans la soude fond à 107°, il donne par pyrogénation le capronitrile.

Remarquons, pour terminer, que cette décomposition en nitriles des isonitrosocétones est un cas particulier de la réaction dite transposition de Beckmann de 2e espèce, représentée par le schéma

$$R-\underset{\underset{\displaystyle N-OH}{\|}}{C}-R' \rightarrow \underset{\underset{\displaystyle N}{|||}}{R-C} + \underset{\underset{\displaystyle OH.}{|}}{R'}$$

([5]) Hartung, Munch, Deckert et Crossley (*J. Am. Chem. Soc.*, 52, 1930, p. 3317) ont préparé l'isonitrosooctanophénone $C^6H^5-CO-\underset{\underset{\displaystyle N-OH}{\|}}{C}-C^6H^{13}$ et constaté qu'elle est soluble dans la soude, d'où elle peut être précipitée par les acides.

En fait, on peut également l'obtenir par l'action des chlorures d'acide, comme l'a indiqué Beckmann. Nous l'avons réalisée par le chlorure de thionyle, qui, à notre connaissance, n'avait pas encore été utilisé dans ce but. Mais les rendements sont moins bons que par la pyrogénation, surtout pour les termes supérieurs.

PÉDOLOGIE. — *Sur quelques propriétés des limons.* Note [1] de M. Boris Brajnikov.

Le système *sol* (au sens le plus large du mot) + *eau* peut se comporter comme un liquide, un solide ou un *visqueux* selon les proportions relatives des deux phases.

Atterberg [2] avait déja délimité les différents états possibles d'un tel système et avait proposé deux tests qui fixaient pour lui la séparation entre les états liquide et *visqueux* (limite de liquidité-F) et les états visqueux et solide (limite inférieure de plasticité-A). Il obtenait ainsi, pour un système donné, une caractéristique qu'il appelait *indice de plasticité*, $P = F - A$.

Dans la suite, cette caractéristique s'est révélée avoir une grande importance technique.

Toutefois la difficulté de saisir la signification physique de cet indice de plasticité m'a conduit à chercher à le relier à d'autres propriétés plus faciles à définir et mesurables avec plus de précision.

Le matériel d'étude choisi est le même que celui qui m'a servi à caractériser granulométriquement ce qu'on appelle habituellement les *limons* [3]. Cependant je n'ai utilisé que la fraction inférieure à 90^{μ}, qui constitue de 85 à 99 % de l'ensemble naturel. Cette fraction, obtenue par tamisage, a subi le même traitement que dans mes expériences précédentes. Les mesures des limites de liquidité et de plasticité ont été faites selon les techniques utilisées au Laboratoire des Sols et Fondations. Cette étude a été poursuivie dans le cadre des recherches entreprises par M. Jacques Bourcart et ses collaborateurs sur les boues.

1. L'*eau d'imbibition* (E_i) [4] du dépôt formé par *tassement libre sous l'eau*

---

(1) Séance du 4 août 1941.

(2) *In* K. Terzaghi, *Erdbaumechanik*, 1925.

(3) *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 800.

(4) La teneur en eau est exprimée en % de la matière sèche.

après agitation, sous pression normale, peut être représentée par une fonction linéaire, pour une série de limons. On obtient ainsi un *classement* par types tels que, dans chacun de ceux-ci, nombre de propriétés varient dans le même sens que E_i. Il semble que nous soyons en présence d'un des caractères fondamentaux des limons.

Considérons d'abord les relations entre E_i et P. Si, dans un système de coordonnées, nous représentons E_i comme une fonction du type $\chi = a + ny$ $\left(y = \text{teneur en eau } \% ; \chi = \sum_1^n f(\chi_i)\right)$, les valeurs de P semblent, en première hypothèse, varier également suivant une loi linéaire, dont l'équation empirique serait, pour les limons étudiés et, dans les conditions des expériences, $\chi = a + 18{,}62\, n + 4{,}05\, ny$, d'où l'on tire

$$P = \frac{E - 18{,}62}{4{,}05}.$$

Lorsque $E = 18{,}62$ (domaine des sables), $P = 0$. Pratiquement P devient nul bien avant, mais ceci tient, en partie tout au moins, à ce que la technique d'Atterberg n'est pas applicable aux sables (dispersions grossières).

Ce n'est qu'en multipliant considérablement le nombre d'expériences qu'on pourrait voir si une formule de ce type est valable pour tout le groupe des limons et si l'on peut en établir une, couvrant également les domaines des sables, vases et argiles.

Les rapports entre E_i et le caractère granulométrique des limons restent peu nets. Les différents types granulométriques ne s'accordent pas avec les types établis en fonction de E_i. Il n'existe qu'une certaine concordance pour la courbe des particules $< 7\mu$ [pratiquement : *phase suspensoïde* de M. J. Bourcart (*Bull. Soc. géol.*)], et dans les limites des types de E seulement.

D'une manière générale, la valeur de E_i, pour un même matériau meuble, dépend du *mode d'arrangement* des particules. Pour en expliquer les rapports, de nombreux *schémas de structures* ont été proposés ([2]).

L'interprétation qu'on en tire ne porte, pourtant, que sur le phénomène secondaire d'agrégation. Il semble que les valeurs de E_i et de P, ainsi que les structures mêmes, doivent être fonction de la *liophilie* des matières constituantes des limons, autrement dit de leur *énergie de solvatation*, donc, en dernière analyse, de l'*intensité de leur champ électrostatique.*

2. Quelques essais préliminaires m'ont permis de serrer le problème.

Comme je l'ai indiqué plus haut, la granulométrie n'est pas en accord avec les valeurs de E_i et de P. Les actions de surface proprement dites ne jouent donc qu'un rôle surbordonné dans les phénomènes dont il est question.

Le problème se laisse traiter, dans une certaine mesure, par l'analyse chimique, qui nous renseigne d'une part sur les *matières ionisables* (carbonates essentiellement), et d'autre part sur les *hydroxydes colloïdaux* ou les *phyllites*, en états différents d'évolution, qui peuvent s'y rencontrer. Ce problème est éminemment complexe. Je dois pourtant remarquer que, dans la plupart des cas, E_i ne varie pas en fonction de la teneur en ces constituants pris isolément.

La détermination de la *conductibilité électrique* (σ) des limons m'a permis de faire quelques constatations intéressantes.

Celle-ci varie considérablement avec la teneur en eau du limon et il semble y avoir une variation brusque aux environs de la limite de liquidité d'Atterberg.

Pour comparer les valeurs de σ et de E_i, j'ai déterminé les conductibilités à une teneur en eau égale à E_i, pour divers échantillons de limons. Aucun accord n'a pu être trouvé entre les deux variables ([6]).

Enfin il n'est pas sans intérêt de signaler l'existence, dans certains limons, d'une *force électromotrice* très faible, mais mesurable.

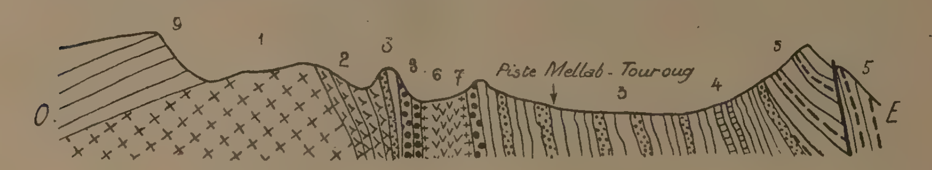
Les résultats surtout négatifs constatés ne sont nullement étonnants. Dans un milieu aussi complexe, chaque caractère, pris isolémemt, est facilement voilé dans son action par de nombreux autres. Ce n'est qu'en combinant les différents caractères que l'on peut espérer arriver à des résultats positifs. Ainsi, en recalculant les données des analyses chimiques, on peut évaluer grossièrement la proportion, dans un limon, des *matières inertes* (quartz) et des *matières actives* (matières ionisables, hydroxydes colloïdaux ou phyllites, matières organiques). On constate alors que la courbe des matières actives varie dans le même sens que E_i. La fraction granulométrique $< 7\,\mu$ est surtout constituée par les matières actives : c'est là l'explication d'un certain accord constaté entre la courbe de cette fraction et les valeurs de E_i.

([6]) Les valeurs extrêmes de σ_{E_i} trouvées sont de 0,003 et 0,021 ohm.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte de restes fossiles dans le Précambrien de Mellab (Djebel Ougnat, Sud marocain).* Note [1] de Mme **Yvonne** et feu M. **Jean Gubler**, présentée par M. Charles Jacob.

En bordure nord du Djebel Ougnat, extrémité orientale du Djebel Sagho, s'ouvre, dans les dépôts transgressifs subhorizontaux du Géorgien et de l'Acadien étudiés par L. Clariond, une boutonnière de terrains antécambriens, plissés à la verticale, où se rencontre un cortège de roches éruptives dont la mise en place s'échelonne dans le temps.

La coupe ci-jointe, que l'on peut relever à travers la plaine de Mellab, est particulièrement parlante et met en évidence les problèmes d'ordre paléontologique et orogénique généraux qui en découlent.



Cette coupe, orientée grossièrement Est-Ouest, passe par la piste de Mellab-Touroug, à environ 3km,500 du poste de Mellab. On y voit, de l'Ouest vers l'Est, des schistes verts de l'Acadien daté, subhorizontaux (9) sous lesquels sort, au niveau de la plaine, un granite mylonitisé très leucocrate, décomposé en surface (1) et accompagné de gneiss feldspathiques et de micaschistes (2), contre lesquels s'appuie un complexe schistogréseux noir, vertical (3), de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Certains éléments microbréchiques de ce complexe renferment, en galets, des fragments de granite *mylonitisé* (1) et de micaschistes (2). Intercalé dans les grès, à l'Est de la piste, affleure un niveau de quelques centimètres (4), formé de *calcaires à entroques* où se rencontrent des *fragments de tests d'Echinodermes* (Cystidés, Echinides ou Crinoïdes) dont M. Delépine a bien voulu confirmer la détermination. Les grès susjacents (5) qui couronnent la colline sont ici légèrement métamorphiques et butent par faille contre des quartzites blancs à tourmaline.

Dans ce complexe schisto-gréseux perce un granite monzonitique à

---

[1] Séance du 4 août 1941.

hornblende (6), dont seuls de rares quartz à extinction roulante témoignent parfois de serrage tectonique. Il passe, en bordure, à une diorite quartzifère (7) dans laquelle on peut reconnaître des phénomènes d'endomorphisme. Aux salbandes de ces filons, le granite envoie des apophyses dans le complexe schistogréseux (3), le transformant au contact, sur une distance qui est de l'ordre du mètre, en véritable cornéenne à biotite (8).

Il est à noter qu'en dehors de la coupe, en maints endroits dans la plaine, pointent des diorites, des gabbros, des laves rhyolitiques, dont la mise en place est liée à celle du granite monzonitique à hornblende.

En conclusion, le socle antécambrien qui affleure se décompose comme suit : 1° un vieux matériel granitique broyé, laminé, ayant subi des efforts tectoniques importants, et solidaire d'une couverture de gneiss plus ou moins granitisés; 2° des grès et des schistes sur une forte épaisseur (on ne peut préciser s'il s'agit d'un fossé de subsidence) et dans lesquels apparaît *pour la première fois* un niveau calcaire avec restes fossiles. Le complexe schistogréseux plissé énergiquement par un second effort est accompagné de la mise en place de roches de profondeur syntectoniques, ou plutôt post-tectoniques, qui ne montrent aucun écrasement important. Toutefois ces roches ont été soumises aux contre-coups de phases orogéniques plus récentes dont témoignent de nombreux filons et des failles qui affectent également les terrains primaires de couverture.

De ces faits il se dégage que la mise en place des granites s'est produite en deux temps. L'une antérieure au premier paroxysme orogénique, l'autre, contemporaine ou immédiatement postérieure à une seconde phase dont l'âge peut être discuté.

Le granite leucocrate écrasé et sa couverture de micaschistes et de gneiss qui correspondent à une zone de métamorphisme *epi* seraient antérieurs à une phase tectonique algonkienne majeure à laquelle auraient succédé les dépôts schistogréseux et calcaires à restes d'Echinodermes signalés ici pour la première fois dans le Précambrien de l'Afrique du Nord ([2]). La seconde phase tectonique, posthume, qui a fortement plissé ce complexe sédimentaire, a été suivie de la mise en place du granite monzonitique et des gabbros qu'accompagnaient dans le temps l'émission considérable de coulées, de dykes, de laves rhyolitiques qu'aucun épisode sédimentaire ne paraît avoir interrompu jusqu'à la transgression de la mer géorgienne.

([2]) Par ailleurs M. Cayeux a signalé les restes d'Echinides dans l'étage huronien de la région des Grands Lacs en Amérique du Nord.

Sans qu'il soit possible, jusqu'ici, d'établir de relations précises entre les séries du Précambrien de l'Ougnat et celles, plus puissantes et plus complètes de l'Anti-Atlas, l'existence de deux phases tectoniques reconnues ici antérieurement à la transgression cambrienne se trouve confirmer les observations faites à l'Ouest de l'Anti-Atlas dans la région de Kerdous [3].

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Caractéristiques caryologiques de* Vigna ambacensis *Welw*. Note de M[lles] **Aline Dusseau** et **Clotilde Magnant**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Notre matériel (échantillons d'herbier et graines) a été récolté par P. Créa'ch en juillet 1938 près de Fort-Lamy, Territoire du Tchad. La plante répond à la description de E. Baker dans *The Leguminosae of Tropical Africa* et à l'échantillon type n° 6204 de l'herbier A. Chevalier (Muséum national d'Histoire naturelle).

L'espèce *Vigna ambacensis* Welw. est une plante volubile, pubescente. Les feuilles ont trois folioles étroites, lancéolées. Notre échantillon est à fleurs jaunes comme celui de A. Chevalier, mais l'espèce peut présenter des fleurs violettes. Les graines sont ovales, à tégument lisse, beige uni ou moucheté de noir; elles ont en moyenne 3^{mm} de long et sont caractérisées par une caroncule blanche qui entoure le hile et ne dépasse pas la moitié de la longueur de la graine.

L'étude cytologique a été faite sur des méristèmes radiculaires. On relève jusqu'à présent dans les *Tables chromosomiques* (Tischler 1937 et L. O. Gaiser 1930 et 1933) deux nombres pour différentes espèces de *Vigna* : chez *V. sinensis*, *V. catjang*, *V. sesquipedalis*, $n=12$ (Rau 1929, Kawakami 1930); chez *V. glabra*, *V. owahnuensis*, *V. vexillata*, $n=11$ (Tschechow et Kartaschowa 1932) de même que chez *V. unguiculata* (Karpetschenko 1925). Chez *V. ambacensis* nous avons trouvé $2n=20$, soit $n=10$. Ce nombre est donc jusqu'ici exceptionnel dans le genre *Vigna* et en général dans la tribu des Phaséolées.

Le noyau de *Vigna ambacensis* Welw. est du type euchromocentrique, mais dans le noyau au repos définitif on distingue un léger réseau plus nettement visible que dans le noyau interphasique. Les chromosomes sont

(3) Georges Choubert et L. Neltner, *C. R. s. Soc. Géol. France*, n° 10, 1938, p. 168.

petits, minces et sinueux. Ils subissent le clivage longitudinal à la métaphase. Quatre d'entre eux se terminent par un satellite. Deux de ces satellites sont sphériques et portés sur un filament court par des chromosomes à constriction submédiane. Les deux autres sont allongés et portés par des chromosomes à étranglement médian. On peut suivre l'évolution de ces corpuscules chromosomiens à partir de petits grains Feulgen positifs accolés au nucléole dans le noyau interphasique.

Au début de la prophase, quelques-uns des chromocentres périphériques s'allongent en direction du nucléole alors que les autres restent sur le pourtour du noyau. A la fin de la prophase, on observe la présence d'un finntractus nettement discernable entre certains des chromosomes et les granules centraux qui, encore fixés au nucléole, semblent bien être l'origine des satellites que l'on trouve dans les plaques métaphasiques. La présence du corps nucléolaire, coloré par le vert lumière, jusqu'au début de la métaphase permet en effet de vérifier que les granulations Feulgen positives que s'adjoignent quelques chromosomes sont bien accolées au nucléole; il s'agit donc de formations distinctes des euchromocentres voisins de la membrane. Ces satellites sont moins chromatiques que le reste du chromosome. Ils sont invisibles dans des coupes traitées à l'hématoxyline et très régressées, présentant toutefois une coloration suffisante pour mettre en évidence les chromosomes. Par contre, ils sont toujours parfaitement visibles après la réaction nucléale de Feulgen.

Sur des coupes longitudinales, le nucléole apparaît en rapport avec la plaque équatoriale au début de la métaphase, et en forme de larme comme il a été décrit dans d'autres cas. Il disparaît à la fin de la métaphase; il n'en subsiste aucun résidu à l'anaphase.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la solubilisation des matières azotées de l'orge par les solutions de salicylate de sodium.* Note de M. **Georges Lejeune**, présentée par M. Marcel Delépine.

Rose et Anderson [1] ont montré que le salicylate dispersait d'autant plus les substances azotées de l'orge que la concentration en salicylate était plus élevée. Le salicylate de sodium à 2 % dissout sensiblement le même pourcentage que les solutions de sulfate de potassium à 5 %. A la concentration de 10 %, 70 % des substances azotées passent en solution.

---

[1] *Canadian Journal of Research*, 14, 1936, p. 109.

Les solutions de salicylate de sodium ayant un pH 7, on peut se demander quel est le rôle de l'acidité de la solution, les extractions au sulfate de potassium se faisant habituellement à pH 5.

Des extractions ont été effectuées sur une même farine par des solutions de sulfate de potassium et de salicylate de sodium à différents pH. Le pH 7 était obtenu en ajoutant 10 % de solution tampon de phosphates, le pH 4,5 en ajoutant 10 % de solution tampon acide acétique-acétate de sodium. Les résultats obtenus sont résumés dans les tableaux suivants :

	% d'azote en solution.
Salicylate 10 % pH 4,5	25,7
SO^4K^2 5 % pH 4,5	25,7

	Azote % passé en solution.	Supplément d'azote solubilisé.	Azote % resté en solution après retour pH 4,7.	Déficit en azote.	Rapport supplémentaire (déficit).
Salicylate 10 % pH 7.	56,5	30,8	16,5	9,2	3,38
Salicylate 5 % pH 7.	44,4	18,7	19,6 (A)	6,1	3,26
SO^4K^2 5 % pH 7.	31,8	6,1	23,6	2,1	2,9

1° On voit qu'à pH 4,5 le salicylate ne présente aucune action supplémentaire vis-à-vis du sulfate de potassium. Par contre à pH 7 il dissout beaucoup plus d'azote que le sulfate de potassium.

Si l'on ramène le pH 7 à 4,5, non seulement la partie solubilisée est précipitée et insolubilisée de nouveau, mais elle entraîne une partie de l'azote soluble, environ le tiers de son poids.

L'analyse fractionnée de la portion A montre qu'elle contient 12 % d'azote coagulable par la chaleur et 42 % d'azote précipitable par le sulfate de magnésium. Comme dans l'analyse fractionnée de l'azote soluble à pH 4,5 dans le sulfate de potassium, on trouve (2) 33 % d'azote coagulable par la chaleur et 35 % d'azote précipitable par le sulfate de magnésium. On peut admettre que c'est la fraction coagulée par la chaleur, donc les albumines vraies qui sont entraînées.

2° On peut montrer, en faisant des dissolutions fractionnées, dans les séries suivantes de solvants : SO^4K^2 5 %, alcool 70°, salicylate à 10 % et SO^4K^2 5 %, salicylate 10 %, alcool à 70°, que c'est la fraction hordéine soluble dans l'alcool qui passe en majeure partie dans le salicylate.

Il est difficile de comparer les actions dissolvantes de l'alcool à 70° et des solutions de salicylate à 10 %. Il faut admettre un processus différent et

(2) E. Brion et G. Lejeune, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 33, 1940, p. 214.

l'on peut sans doute rapprocher l'action de solubilisation du salicylate de ce qui se passe dans la germination, puisque l'on a montré que l'hordéine représente la fraction azotée qui sera utilisée par la plantule lors de son développement.

Les détails seront publiés dans un autre Recueil.

BACTÉRIOLOGIE. — *Essai de diagnostic différentiel des Bactéries du groupe colityphique au moyen de la réaction* au plomb *sur milieux synthétiques à l'hyposulfite de soude ou à la cystine.* Note [1] de MM. **A. Sartory** et **J. Meyer.**

A la suite de nos travaux sur le métabolisme du soufre des Bactéries du groupe colityphique et connaissant les résultats antérieurs de Quirin au moyen de milieux de culture contenant de la cystine, nous avons effectué nos recherches à l'aide de quatre souches de Colibacille, quatre souches de Bacille paratyphique B, quatre souches de Bacille typhique et deux souches de Bacille paratyphique A.

Ces Bactéries ont été ensemencées en partant de leurs milieux de culture habituels de conservation sur les milieux de culture spécifiques suivants, quant à la réaction *au plomb*.

Milieu synthétique de base.

	g
Chlorure de calcium	0,40
Phosphate acide de potasse	2,50
Sullfate ferreux	0,10
Asparagine	4,00
Glycérine	25,00
Eau distillée	1000
Gélose	30,00

A ce milieu nous avons ajouté, pour une première série d'expériences,

Hyposulfite de soude pur 10g,00

et pour une seconde série d'expériences,

Cystine 1g,00

Au moment de l'emploi, on introduit dans les substrats gélosés, liquéfiés :

Solution de sous-acétate de plomb à 10 %, préalablement stérilisée, 5^{cm^3} pour 1000.

Chaque expérience comportait 8 tubes de cultures qui ont été disposés de la façon suivante :

---

(1) Séance du 11 août 1941.

Quatre tubes contenant le milieu à l'hyposulfite de soude; quatre tubes contenant le milieu à la cystine et chaque série était ensemencée avec une souche de Colibacille, de Bacille typhique, paratyphiques A et B.

Nous avons ainsi constaté, au moyen de 13 souches différentes de nos Bactéries, que la réaction au plomb produite sur ces deux substrats par l'action microbienne permet d'établir un diagnostic différentiel entre les quatre Bactéries et ceci par simple examen cultural.

On peut en effet exprimer nos résultats par le tableau suivant :

	Réaction sur milieu à base de	
Bactérie.	Hyposulfite.	Cystine.
Colibacille	néant	positive
Bacille typhique	positive	néant
Paratyphique A	néant	néant
Paratyphique B	positive	positive

Nous avons ensuite essayé d'expliquer la marche et les causes de ces réactions et l'action des quatre Bactéries sur les combinaisons soufrées introduites dans les milieux de culture. Nous avons ainsi pu établir que la réaction du sulfure de plomb par le développement des quatre Bactéries, est en relation avec au moins deux phénomènes bien distincts, si l'on envisage le soufre organique :

1° les propriétés anaboliques et le métabolisme protidique de ces Bactéries;

2° les propriétés physiologiques, phénomènes respiratoires et réaction d'oxydoréduction de ces organismes.

Les Bactéries, telles que le Colibacille et le Paratyphique B, répondant négativement à ces deux conditions, sont aptes à donner une réaction positive au plomb. La réaction au plomb, en présence du soufre minéral peu oxygéné, est en relation directe avec le pouvoir catabolique des quatre organismes et avec le métabolisme protidique et minéral de ces germes. Les Bactéries répondant positivement à ces conditions, telles que le Bacille d'Eberth et le Paratyphique B, sont capables de donner une réaction positive au plomb.

La séance est levée à $15^h 20^m$.

A. Lx.